

[12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 00805816.4

[43]公开日 2002年4月17日

[11]公开号 CN 1345380A

[22]申请日 2000.12.12 [21]申请号 00805816.4

[30]优先权

[32]1999.12.13 [33]JP [31]353434/99

[32]1999.12.16 [33]JP [31]357012/99

[32]2000.12.6 [33]JP [31]372016/00

[32]2000.12.6 [33]JP [31]372019/00

[86]国际申请 PCT/JP00/08771 2000.12.12

[87]国际公布 WO01/42516 日 2001.6.14

[85]进入国家阶段日期 2001.9.29

[71]申请人 新日本制铁株式会社

地址 日本东京都

[72]发明人 茨城哲治 广松隆 近藤敏

井村章次 安部洋一

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

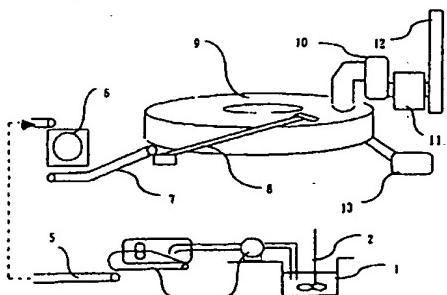
代理人 张天安 杨松龄

权利要求书3页 说明书18页 附图页数4页

[54]发明名称 氧化金属的还原设备,该设备的操作方法及还原炉原料的成形体

[57]摘要

本发明提供一种廉价的氧化金属的还原方法,该还原方法用回转炉底式还原炉对含水分多的粉体原料进行还原时,可简化从脱水到成形的工序。另外,还提供一种经济地回收利用金属的冶炼和加工工序中产生的粉尘和泥尘的操作方法。将含水量为含氧化金属的粉体和含碳的粉体质量合计量的100%以上的粉体混合物制成粉浆状,对其进行搅拌混合后,脱水至含水16~26%,压缩成形,进行制造。制成厚度或直径为30mm以下的圆筒形或粒状的成形体,将该成形体投入氛围温度为1170℃以下的炉内部分,用回转炉底式还原炉进行烧成、还原而获得金属。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

01.09.29

权 利 要 求 书

1. 一种氧化金属的还原设备，其特征在于，是将含有粉体和碳素的粉体混合物制成圆柱形或粒状成形物的压缩式成形装置、输送成形体的输送机、成形体装入装置、以及回转炉底式还原炉按标记的顺序设置，用输送设备将它们连接起来，上述粉体呈水分状态、且含有金属氧化物。
5
2. 一种氧化金属的还原设备，其特征在于，是把对以粉体和碳素为主体的粉体进行混合的装置、粉浆输送装置、脱水装置、制造圆柱状或粒状成形物的压缩式成形装置、输送成形体的输送机、成形体装入装置、以及回转炉底式还原炉按标记的顺序设置，用输送设备将它们连接起来，上述粉体呈含水分状态、且含有氧化金属。
10
3. 根据权利要求 2 所述的氧化金属还原设备，其特征在于，脱水装置采用带状过滤器和双滚的脱水装置，其中带状过滤器接受以粉体和碳素为主体的粉体混合物，该粉体含有含水分状态的氧化金属，双滚夹入上述过滤器并对其进行压缩。
15
4. 根据权利要求 2 所述的氧化金属还原设备，其特征在于，脱水装置采用离心式脱水装置，该脱水装置是立式的，下部设有具有内侧逐渐变小的锥度的圆筒形粉浆保持部，其内部具有螺旋式粉体排出机构，该粉浆保持部与该粉体排出机构的差速为每分钟 2 - 30 转，作用于该粉体保持部上的离心力为 500G 以上。
20
5. 根据权利要求 2 所述的氧化金属的还原设备，其特征在于，脱水装置是采用具有下述装置的脱水装置，该装置用 10^6N/m^2 以上的力从两侧推压过滤器，该过滤器接受含有粉体和碳素的粉体混合物，上述粉体呈含水分状态，并含有金属氧化物。
25
6. 根据权利要求 1 或 2 所述的氧化金属的还原设备，其特征在于，成形装置采用从直径为 30 mm 以下的孔型挤出湿状态的粉体的型式的压缩式成形机。
7. 根据权利要求 1 或 2 所述的氧化金属的还原设备，其特征在于，成形装置采用凹模的最大厚度为 30 mm 以下的压块成形机。
30
8. 根据权利要求 1 或 2 所述的氧化金属的还原设备，其特征在于，在从成形体制造装置至回转炉底式炉的炉底为止的输送过程中，成形体的合计落下距离为 4.1 m 以下。

9. 根据权利要求 1 或 2 所述的氧化金属的还原设备，其特征在于，装入装置采用摆头式的输送带或震动送料器。

10. 根据权利要求 2 所述的氧化金属的还原设备，其特征在于，由储存含水粉体的多个槽通过抓斗吊车、和/或粉浆输送方式向粉体混合装置提供含水粉体，该粉体以处于含水量为粉体质量合计量的 1.0 倍以上的状态、且含有氧化金属之粉体和碳素为主体。

11. 根据权利要求 1 或 2 所述的氧化金属的还原设备，其特征在于，具有将回转炉底式还原炉的成形体供给部分的氛围温度控制在 1170℃ 以下的机构。

12. 一种回转炉底式还原炉的操作方法，其特征在于，对含有氧化金属、碳素和水分的粉体混合物进行脱水，使其水分含量为混合物总体的 15 - 30 质量%，通过对该混合物压缩成形而形成许多圆柱状或粒状的成形体后，直接装入还原炉内进行烧成、还原。

13. 一种回转炉底式还原炉的操作方法，其特征在于，在水分含量为粉体质量合计量的 1.0 倍以上的状态下、对含有氧化金属和碳素的粉体进行搅拌混合，用脱水装置将其脱水至水分含量为 16 - 26 质量% 之后，用压缩成形机成形、制造后，将粉体填充率为 0.43 - 0.58 范围的成形体装入氛围温度为 1170℃ 以下的炉内部分，然后在 1200℃ 以上的温度下进行烧成、还原。

14. 根据权利要求 12 或 13 所述的回转炉底式还原炉的操作方法，其特征在于，脱水装置采用具有接受含水分状态之粉体的带状过滤器、和从上下方向夹住该过滤器并进行压缩的双滚的脱水机。

15. 根据权利要求 12 或 13 所述的回转炉底式还原炉的操作方法，其特征在于，脱水装置采用离心式脱水机，该脱水机是立式的、下部设有具有内侧逐渐变小的锥度的圆筒形的、保持含水状态的粉体用的保持部，其内部具有螺旋式粉体排出机构，该保持部与该粉体排出机构的差速为每分钟 2 - 30 转，作用于该保持部的离心力为 500G 以上。

16. 根据权利要求 12 或 13 所述的回转炉底式还原炉的操作方法，其特征在于，采用具有以 10^6N/m^2 以上的力从两侧挤压保持有含水粉体的过滤器的装置的脱水机作为脱水装置进行脱水。

17. 一种回转炉底式还原炉的操作方法，其特征在于，将含水量为 16 - 26 质量% 范围、且厚度或直径为 30 mm 以下的、将含有含氧化

金属的粉体和含碳粉体的混合物压缩成形而制造成的、粉体填充率为 0.43 - 0.58 范围的圆柱或粒状成形体装入氛围温度为 1170℃ 以下的炉内部分，然后，在 1200℃ 以上的温度下进行烧成、还原。

5 18. 根据权利要求 12 或 17 所述的回转炉底式还原炉的操作方法，其特征在于，压缩成形机采用由压入湿态粉体的装置和湿态粉体通过的孔型构成的压出孔式的压缩成形机。

19. 根据权利要求 12 或 13 或 17 所述的回转炉底式还原炉的操作方法，其特征在于，压缩成型机采用将湿状态的粉体挤压到双滚表面的凹状模内进行成形的压块成形机。

10 20. 根据权利要求 12 或 13 或 17 所述的回转炉底式还原炉的操作方法，其特征在于，对厚度或直径为 30 mm 以下的圆柱或粒状成形体进行还原，该成形体是将含有包含氧化金属的粉体和含碳的粉体混合物压缩成形而制造的。

15 21. 根据权利要求 12 或 13 或 17 所述的回转炉底式还原炉的操作方法，其特征在于，当含氧化金属的粉体使用含氧化铁的粉体时，对固定碳的原子克分子量为与氧化铁化合的氧的原子克分子量的 0.5 - 1.5 倍范围内的成形体进行还原。

20 22. 根据权利要求 12 或 13 或 17 所述的回转炉底式还原炉的操作方法，其特征在于，把用压缩成形机成形、制造的圆柱或粒状成形体装入氛围温度比其他的炉内部分低的部分，进行烧成、还原。

23. 一种还原炉原料的成形体，其特征在于，将含有氧化金属、碳、和水分的粉体混合物脱水至水分含量为混合物总量的 15 - 30 质量%，通过压缩成形将该混合物制成外形为 30 mm 以下的圆柱或粒状成形体。

25 24. 一种还原炉原料的成形体，其特征在于，该成形体是水分含量在 16 - 26 质量 % 范围、且厚度或直径为 30 mm 以下的、将含有含氧化金属的粉体和含碳粉体的混合物压缩成形而制成的、粉体填充率为 0.43 - 0.58 范围的圆筒体或粒状体。

30 25. 根据权利要求 23 或 24 所述的还原炉原料的成形体，其特征在于，含氧化金属的粉体使用含有氧化铁的粉体时，固定碳的原子克分子量为与氧化铁化合的氧的原子克分子量的 0.5 - 1.5 倍的范围。

说 明 书

氧化金属的还原设备，该设备的操作
方法及还原炉原料的成形体

5 技术领域

本发明涉及氧化金属的还原设备、作为该设备的回转炉底式还原炉和用该还原炉对氧化金属进行还原的方法、以及对金属的冶炼业和加工业中产生的含有金属氧化物的粉尘和泥尘进行还原处理的方法。

背景技术

10 制造还原铁和铁合金的工艺有很多种，其中生产效率高的工艺有回转炉底式还原炉，对金属进行还原。回转炉底式还原炉是以烧成炉（下称回转炉）为主体的工艺，该烧成炉在固定的耐火材料炉顶和侧壁的下方、缺少中央部的圆盘状的耐火材料炉底以一定速度在轨道上回转，用于还原氧化金属。一般，圆盘状炉底的直径为 10m~50m，宽度为 2~6M.

15 原料中含有氧化金属的粉体与碳素系还原剂混合后，制成原料球团供给回转炉底。原料球团铺在该炉底上，由于原料球团是相对地静置于炉底上，故原料球团具有不易在炉内破裂的优点，不存在粉化的原料附着在耐火材料上的问题，而且，还具有产品的成品率高的优点。另外，可使用生产率高、廉价的煤系还原剂和粉状原料，由于这些原因故近年来采用这种还原炉的例子逐渐增加。

20 回转炉底法对于高炉、转炉产生的冶炼粉尘和轧钢工序产生的浓缩泥尘的还原和去除有害物的处理也是有效的，也作为粉尘处理工艺使用，对资源回收来说是有效工艺。

25 回转炉底法的操作概要如下述。首先，在原料，即矿石和粉尘、泥尘的金属氧化物中混入还原该氧化物所必须量的碳素还原剂之后，再用圆盘造球机等造粒机、边加水使混合料的平均水分达到约 10%、边制造几毫米到十几毫米的球团。在原料矿石和还原剂的粒度大的情况下，用球磨机等粉碎机将其粉碎之后，进行混合、造粒。

30 该球团呈层状地铺在回转炉的炉底上，铺在炉底上的球团被迅速加热，在 5~20 分钟时间内，在 1100℃~1300℃ 的高温下烧成。这时，混合在球团内的还原剂对氧化金属进行还原以生成金属。金属化率根

据被还原的金属不同而不同，铁镍、锰为 95% 以上，难以还原的铬也达到 50% 以上。在处理钢铁业产生的粉尘时，随着还原反应的进行，锌、铅、碱金属、氯等有害物挥发去除，故容易将粉尘再循环到高炉、电炉中。

5 这样，在用回转炉底还原金属的方法和炼铁粉尘的还原处理方法中，将原料和还原剂制成球团是前提条件，作为原料的预处理，使原料的氧化金属粉体和还原剂的混合物处于造粒性良好的状态是很重要的，故实施了原料的预粉碎和用球磨机进行混合等各种方法。

发明的公开

10 如上所述，用采用现有方法的回转炉底法还原氧化金属的方法在生产率和生产费用方面是有利的，是经济地生产金属的方法。但是，现有技术需要将原料和还原剂进行混合，并将其制成球团。为此，要选择造粒性能良好的原料，而且还要设置价格昂贵的粉碎机对原料进行粉碎，以提高造粒性能，故存在着费用高的问题。

15 也就是说，在用铁矿石等矿石作为原料的情况下，一般因原料矿石的粒度大，故要粉碎到平均粒度为几十至上百微米左右后再造粒，制成球团。结果，存在的缺点是：粉碎工序的设备费昂贵，而且，粉碎机的运转需要消耗电力，随着粉碎机的磨损还要花维修费用。

因此，为了节省粉碎费用而使用微粉原料，但因粒度限制等使得原料的选择范围较窄，这不是普遍采用的方法。所以，使用湿法选矿后的微粉矿，或使用高炉和转炉的浓缩粉尘、轧钢工序的氧化铁皮坑的泥尘或酸洗工序的沉淀泥尘等是有效的。但是，在这种情况下，也存在着原料含水分太多而难以造粒的问题。即，这些原料是粒度为 $1\mu\text{m}$ 以下 - $100\mu\text{m}$ 左右的微粉，其结果在含有水分的状态下它们易成污泥状，即使用真空脱水机和压滤机脱水后，水分也只能降低到 20% - 50%。在制造球团时，原料含水量为 8~13 质量 % 较合适，用这些湿法获得的原料水分太多，不能直接用于造粒。

30 为了解决这个问题，有将这些湿法获得的原料用热风等热源进行完全干燥的方法。在干燥过程中，这些粉状原料会伪凝结，不能直接进行造粒，故要将其粉碎，再一次变成微粒状态后和焦粉等一起加水、造粒，然后用回转炉底进行还原。

结果，即使是在用上述方法来利用这些湿式法所收集的原料时，

也要用大量的热源进行干燥后，再一次加水，故造粒时的水分蒸发还需要热源，这不是经济的金属还原方法。

尤其是在用湿式除尘器或沉淀槽收集钢铁业等金属冶炼业和加工工业产生的粉尘和泥尘的情况下，这些产生物含水最多达 80%，想用回转炉底法对这些产生物进行还原处理时，干燥工序和干燥后的粉碎处理的问题是很突出的。

为了解决这些问题，例如，如特开平 11-12619 号公报所述，关于原料不造粒，用回转炉底式还原炉进行利用的方法，提出了用压缩成形器将原料制成砖状，再用回转炉底式还原炉来使用砖状原料的方法。但是，该方法使用含有大量水分的状态的原料仍然存在问题。也就是说，即使是特开平 11-12624 号公报的方法，也需要将砖状原料的水分调整到 6~18%。在 100 微米左右的微粉处于湿状态的情况下，仅用普通脱水机、在脱水工序只能将原料的水分降到 15~30 质量% 的范围。即，为了进行该操作，仍然存在着要在预脱水处理后再进行干燥处理，为此要进行复杂的水分控制，该设备的维修费用高等问题。

另外，砖状原料还会产生输送上的问题即输送困难，用一般的带式输送机等设备输送，在输送过程中转送时，砖会变成粉状。也就是说，含水率为 6~18% 的砖状原料落下 0.5~1m，基本上都会破坏。结果，为了装入该砖状原料，需要特开平 11-12621 号公报所述的，将砖状原料静置于炉内用的复杂的装入装置。结果，也会产生设置该设备的设备费用高等问题。

如上所述，现有方法存在的问题是：为了用回转炉底来还原含水的粉状原料，要对原料进行干燥、成形，需要许多复杂的设备，要花费很多的设备建设费用。结果，设备建设和操作费用两者都存在着不经济的问题，人们需要一种实现解决这个问题的新的处理方法的设备。

另外，还存在着因将这样复杂的装入装置设在靠近 1000℃ 以上的高温位置，致使装入装置的机械受热变形、受到高温下的腐蚀等装备上的大问题。

而且，湿状态的砖状原料还存在着易爆裂的问题。虽比球团难爆裂，但是，按特开平 11-12621 号公报的方法中的水分多的条件即含水 12~18 质量%，仍然是易爆裂的原料。这是因为形状为砖状时水蒸

汽不向横向移动的缘故。即，形状为砖状时，在空间上因横向极长，故水蒸汽只从上下方向排出来，通过的阻力增大，容易爆裂。

这样，在水分多的粉体原料不经过干燥的情况下用回转炉底式炉进行烧成还原的方法，虽然是比较理想的方法，但水分高的成形体在高温炉内水分会急剧地蒸发，故该成形体会破裂。结果，会出现成形体粉化、损失到废气中的粉尘量大大增加的问题、产品的成品率极度降低的问题等。因此，用现有方法直接对水分比较高的状态的成形物进行烧成还原是不经济的。

如上所述，任何一种现有方法中，用回转炉底炉对含水分的粉状原料进行还原，都存在着不经济的问题，人们在寻求解决这个问题的新技术。

本发明如以下(1)~(25)项所述。

(1) 一种氧化金属的还原设备，其特征在于，是将含有粉体和碳素的粉体混合物制成园柱形或粒状成形物的压缩式成形装置、输送成形体的输送机、成形体装入装置、以及回转炉底式还原炉按标记的顺序设置，用输送设备将它们连接起来，上述粉体呈含水分状态、且含有氧化金属。

(2) 一种氧化金属的还原设备，其特征在于是把对以粉体和碳素为主体的粉体进行混合的装置、粉浆输送装置、脱水装置、制造园柱状或粒状成形物的压缩式成形装置、输送成形体的输送机、成形体装入装置、以及回转炉底式还原炉按标记的顺序设备，用输送设备将它们连接起来，上述粉体呈含水分状态、且含有氧化金属。

(3) 本发明(2)所述的氧化金属还原设备，其特征在于，脱水装置采用具有带状过滤器和双滚的脱水装置，其中带状过滤器接受以粉体和碳素为主体的粉体混合物，该粉体含有含水分状态的氧化金属，双滚夹入上述过滤器并对其进行压缩。

(4) 本发明(2)所述的氧化金属还原设备，其特征在于，脱水装置采用离心式脱水装置，该脱水装置是立式的，下部设有具有内侧逐渐变小的锥度的园筒形粉浆保持部，其内部具有螺旋式粉体排出机构，该粉浆保持部与该粉体排出机构的差速为每分钟2~30转，作用于该粉体保持部上的离心力为500G以上。

(5) 本发明(2)所述的氧化金属的还原设备，其特征在于，脱

水装置是采用具有下述装置的脱水装置，该装置用 10^6N/mm^2 以上的力从两侧推压过滤器，该过滤器接受含有粉体和碳素的粉体混合物，上述粉体呈含水分状态，并含有氧化金属。

5 (6) 本发明(1)或(2)所述的氧化金属的还原设备，其特征在于成形装置采用从直径为 30mm 以下的孔型挤出湿状态的粉体的型式的压缩式成形机。

(7) 本发明(1)或(2)所述的氧化金属的还原设备，其特征在于，成形机采用凹模的最大厚度为 30mm 以下的压块成形机。

10 (8) 本发明(1)或(2)所述的氧化金属的还原设备，其特征在于，在从成形体制造装置至回转炉底式炉的炉底为止的输送过程中，成形体的合计落下距离为 4.1m 以下。

(9) 本发明(1)或(2)所述的氧化金属的还原设备，其特征在于，成形体装入装置采用摆头式的输送带。

15 (10) 本发明(2)所述的氧化金属的还原设备，其特征在于，由储存含水粉体的多个槽通过抓斗吊车、和/或粉浆输送方式向粉体混合装置提供含水粉体，该粉体以处于含水量占粉体质量合计量的 100% 以上状态、且含有氧化金属之粉体和碳素为主体。

20 (11)、本发明(1)或(2)所述的氧化金属的还原设备，其特征在于，具有将回转炉底式还原炉的成形体供给部分的氛围温度控制在 1170℃ 以下的机构。

(12)、一种回转炉底式还原炉的操作方法，其特征在于，对含有氧化金属、碳素和水分的粉体混合物进行脱水，使其水分含量为混合物总量的 15~30 质量%，通过对该混合物压缩成形而形成许多圆柱状或粒状的成形体后，直接装入还原炉内进行烧成还原。

25 (13) 一种回转炉底式还原炉的操作方法，其特征在于，在水分含量为粉体质量合计量的 1.0 倍以上的状态下，对含有氧化金属和碳素的粉体进行搅拌混合，用脱水装置将其脱水至水分含量为 16~26 质量% 之后，用压缩成形机成形，制造后，将粉体填充率为 0.43~0.58 范围的成形体装入氛围温度为 1170℃ 以下的炉内部分，然后在 1200℃ 以上的温度下进行烧成还原。

30 (14) 本发明(12)或(13)所述的回转炉底式还原炉的操作方法，其特征在于，脱水装置采用具有接受含水分状态之粉体的带状过

滤器，和从上下方向夹住该过滤器并进行压缩的双滚的脱水机。

(15) 本发明(12)或(13)所述的回转炉底式还原炉的操作方法，其特征在于，脱水装置采用离心式脱水机，该脱水机是立式的、下部设有具有内侧逐渐变小的锥度的圆筒形的、保持含水状态的粉体用的保持部，其内部具有螺旋式粉体排出机构，该保持部与该粉体排出机构的差速为每分钟2~30转，作用于该保持部的离心力为500G以上。

(16) 本发明(12)或(13)所述的回转炉底式还原炉的操作方法，其特征在于，采用具有以 $10^6\text{N}/\text{m}^2$ 以上的力从两侧挤压保持有含水粉体的过滤器的装置的脱水机作为脱水装置进行脱水。

(17) 一种回转炉底式还原炉的操作方法，其特征在于，将含水量为16~26质量%范围、且厚度或直径为30mm以下的、将含有含氧化金属的粉体和含碳粉体的混合物压缩成形而制造成的。粉体填充率为0.43~0.58范围的圆柱或粒状成形体装入氛围温度为1170℃以下的炉内部分，然后在1200℃以上的温度下进行烧成还原。

(18) 本发明(12)、(13)或(17)所述的回转炉底式还原炉的操作方法，其特征在于；压缩成形机采用由压入湿态粉体的装置和湿态粉体通过的孔型构成的压出孔式的压缩成形机。

(19) 本发明(12)、(13)或(17)所述的回转炉底式还原炉的操作方法，其特征在于，压缩成形机采用将湿状态的粉体挤压到双滚表面的凹状模内进行成形的压块成形机。

(20) 本发明(17)所述的回转炉底式还原炉的操作方法，其特征在于，对厚度或直径为30mm以下的圆柱或粒状成形体进行还原，该成形体是将含有包含氧化金属的粉体和含碳的粉体混合物压缩成形而制造的。

(21) 本发明(12)、(13)或(17)所述的回转炉底式还原炉的操作方法，其特征在于，当含有氧化金属的粉体使用含氧化铁的粉体时，对固定碳的原子克分子量为与氧化铁化合的氧的原子克分子量的0.5~1.5倍范围内的成形体进行还原。

(22) 本发明(12)、(13)或(17)所述的回转炉底式还原炉的操作方法，其特征在于，把用压缩成形机成形、制造的圆柱或粒状成形体装入氛围温度比其他的炉内部分低的部分，进行烧成还原。

(23) 一种还原炉原料的成形体，其特征在于，是将含有氧化金属、碳和水分的粉体混合物脱水至少分含量为混合物总量的 15~30 质量%，通过压缩成形将该混合物制成外形为 30mm 以下的圆柱状或粒状成形体。

5 (24) 一种还原炉原料的成形体，其特征在于，该成形体是水分含量在 16~26 质量% 范围、且厚度或直径为 30mm 以下的、将含有含氧化金属的粉体和含碳粉体的混合物压缩成形而制成的。粉体填充率为 0.43~0.58 范围的圆筒体或粒状体。

10 (25) 本发明 (23) 或 (24) 所述的还原炉原料的成形体，其特征在于，含氧化金属的粉体使用含有氧化铁的粉体时，固定碳的原子克分子量为与氧化铁化合的氧的原子克分子量的 0.5~1.5 倍的范围。

15 本发明涉及以含水分多的氧化金属粉体作为原料进行还原的回转炉底式还原炉设备、其操作方法和还原炉原料，用下述方法进行操作。根据本发明，利用回转炉底法的金属氧化物的还原工艺示于图 1.

20 在对含水分多、呈粉浆状态的原料粉体进行充分混合的装置、即混合槽 1 内，用搅拌装置 2 进行搅拌、混合。该原料粉体是含有氧化金属的粉体和含碳粉体的混合物。含氧化金属的粉体有铁精矿粉、即球团原料、粉状的锰矿石和铬矿石等。除了矿石外，还可使用电炉粉尘、高炉炉尘、转炉粉尘、钢铁产品酸洗时产生的中和泥尘、钢热轧时产生的氧化铁皮等金属冶炼和金属加工过程中产生的粉状物。另外，还要在该原料中混入作为还原剂的以碳为主体的粉体，例如石油焦、粉焦、木炭屑、粉煤及其他含固定碳的粉体（下称碳粉）。

25 为了从储存有多种含水粉体的槽中将含水的原料粉体运送到搅拌槽 1 内，最好用抓斗吊车或粉浆输送方法来输送含氧化金属的粉体。

30 为了在短时间内将粉浆状的原料粉体搅拌均匀，必须含大量的水分。本发明者经过反复试验的结果，搞清了原料粉体含水分多则搅拌性能良好。即，水分多、流动性好，便具有缩短均匀混合的时间、而且搅拌动力消耗少的优点。当含水率、即水分为粉体质量合计的 100 % 以上时，粉浆的流动性提高。也就是说，为了容易进行混合，需要在含水率为粉体质量合计的 100% 以上的状态下，对包含有氧化金属的粉体和含碳粉体的混合物进行搅拌混合。

在粉浆状态下，为了使粉体不易沉淀，粉体的粒度小些为好。若加强搅拌，也可使用粒度较大的粉体，氧化金属粉为 $100\mu\text{m}$ 、碳素粉为 $180\mu\text{m}$ 以下，即，考虑混合比率，若总平均粒度为 $120\mu\text{m}$ 以下，则在 100 质量% 水分的状态下，一般以每分钟回转 10~30 圈进行搅拌，便可混合均匀。

用粉浆泵 3 将该粉浆状态的原料粉体送至脱水装置 4。用脱水装置 4 将水分脱至粉体质量的 15~30%，最好脱至 16~23% 的范围。粒度粗的粉体，容易使水分含量达到 16~26 质量%，用一般的脱水机，例如真空脱水机、压滤机、沉降式离心机便可达到。但是，如上所述，在对用本发明的较理想的原料平均粒度为 $120\mu\text{m}$ 以下的微粉构成的粉浆进行脱水的情况下，要将脱水物的水分脱到 30 质量%、最好为 26 质量% 以下，用一般的脱水机是难以实现的，要用特殊的脱水机。另外，根据情况，还可将几种型式的脱水机组合起来使用。

设备由原料预粉碎设备、原料混合设备、造粒设备、球团干燥设备、回转炉底式还原炉、废气处理装置、还原球团冷却装置构成。

在金属还原方法和钢铁冶炼粉尘的还原处理方法中，同回转炉底式还原炉一样，将原料和还原剂制成球团的设备很重要，原料预处理设备中使原料的氧化金属粉体与还原剂的混合物变成造粒性良好的状态的设备很重要，设置了原料的预粉碎和用球磨机混制等各种设备。

使用微粉体时的脱水装置，可采用具有图 3 所示的接受粉浆的过滤器 23、及夹住该过滤器的压缩双滚 25 的脱水装置。在该脱水装置上，粉浆 26 在组装成环形带状的过滤器 23 上流动，该过滤器被压缩双滚 25 夹住而进行脱水。在粉浆的水分多的情况下，在压缩双滚 25 的前面用过滤器下方的真空吸引装置 24 对粉浆中的水分进行预脱水，这样可有效地脱水。

另外，作为含有特别细的粉体的粉浆之脱水装置，采用立型离心式分离器也很有效。该离心分离器是这样一种离心式脱水器，即下部设有具有内侧变小的锥度的圆筒形粉浆保持部，其内部设有螺旋式粉体排出机构，该粉浆保持部与该粉体排出机构的差速为每分钟 2~30 转，作用于该粉浆保持部的离心力为 500G 以上。该脱水机虽然每台的能力较小，但由于利用离心力，故分离效率高，用于水分多、粒度细的粉体的脱水。尤其用于粒度为数 μm ~ $30\mu\text{m}$ 、或数 μm ~ $40\mu\text{m}$ 的细粉体

效果很好。

另外，脱水机也可采用高压压力机式脱水机，这种脱水机具有以 10^6N/m^2 以上的力从两侧挤压过滤器的装置，过滤器用于接受粉浆，但是，这种脱水机与上述具有双滚的脱水机相比，脱水力稍低，故最好用于 $100\mu\text{m}$ 左右的粒度稍大的粉体。

接着，进行脱水，用泥尘输送机5将含水15~30%、最好为16~26质量%范围的湿状态粉体送到压缩成形机6，在这里成形。关于压缩成形机的机种，图4所示的将湿状态的粉体挤压到孔型内的成形机（下称孔型造球机）、和图5所示的将湿状的粉体挤压到双滚表面的凹状模内进行成形的压块成形机是代表性的机种。

孔型造球机如图4所示，湿状态的成形体呈圆筒状地被挤出来。原料从原料供给口28供给，在许多孔型34敞开着的底板33上，通过驱动装置29、驱动力传递机构30和驱动轴31驱动的滚子32的挤压，形成成形体35。其他方式也有在圆筒部内设螺旋式挤压机构，对孔型敞开的板子进行挤压的型式。压块成形机是图5所示的装置，由原料供给部36供给粉体，用设有凹状坑38的滚子37进行压缩成形。

选定这些机种的理由是，它们是满足成形体所要求的性能形状的成形方法。作为成形体要求的性能形状，主要是成形体的炉内不产生爆裂现象、和在湿状态下的落下强度高这两点。

作为现有成形方法的盘式球团制造方法，是用倾斜部使粉体滚动，在球团表面形成新的粉体层，使成形体长大的方法。用该方法制造的球团，粉体填充率高达0.65~0.75左右，是相当致密的成形体。致密的成形体在回转炉底的原料供给部的900℃以上的部分容易产生爆裂现象。直径10mm左右的球团，含水分3质量%以上，装进内后马上就爆裂。所谓粉体填充率，系指成形体的容积内所含的粉体的容积的比率。

本发明者对于将湿状态的成形体直接供给炉内时的爆裂条件反复进行了研究，搞清楚了，为了使成形体不爆裂，成形体的粉体填充密度要比较低是很重要的条件。也就是说，回转炉底式还原炉内成形体爆裂，是因为将成形体供给900℃以上的高温炉内，成形体内的水分迅速蒸发而使成形体内部的压力升高的缘故。反复进行各种试验的结果，本发明者搞清楚了爆裂现象受成形体的粉体填充密度和水分含量

两者的强烈影响。粉体填充率系指粉体占成形体的内部容积的比率。

另外，还搞清楚了降低粉体填充率、提高水分含量、不易爆裂。为了防止在高温炉内成形体内部的水分急速蒸发而使成形体内部的压力升高，重要的是使粉体粒子之间的空隙多一些。粉体填充率降低，爆裂临界水分上升，粉体填充率低于 0.58 时，含 16~26% 的水分也不会产生爆裂。但是，粉体填充率过低时，存在着落下强度降低的问题，故必须确保 0.4 以上的粉体填充率。

一般来说，利用压缩成形法制造成形体，优点是可以制造满足不易引起爆裂的条件的、粉体填充率成形体。为了防止在高温炉内成形体内部的水分急速蒸发而使成形体内部的压力升高，重要的是粉体粒子之间的空隙要多。

图 6 所示为直径 20mm 的成形体投入 1170℃ 的氛围中时，粉体填充率对爆裂临界水分的影响。粉体填充率低，则爆裂临界水分上升，粉体填充率低于 0.58 时，18 质量% 的水分也不会引起爆裂和部分粉化现象，即使含 23~26 质量% 的水分，虽表面产生剥离现象，但未产生爆裂。粉体填充率为 0.55 以下时，即使含 23~30 质量% 的水分，表面也不产生剥离现象。即，从防止爆裂的观点出发，粉体填充率最好在 0.58 以下。粉体填充率低的成形体有爆裂临界水分升至 23~26 质量% 的状态的倾向。

另外，还搞清楚了爆裂条件根据成形体的形状不同而不同的问题。首先，关于砖状成形体，厚 20mm、长和宽为 150mm 的砖状成形体中，在粉体填充率为 0.58 的状态，水分为 17% 时也引起爆裂。其次，关于用孔型造球机制造的直径 15mm、长 25mm 的圆筒状成形体，在粉体填充率为 0.58 的状态、水分达 25% 未引起爆裂。而且，关于用压块制造机制造的厚为 20mm、边为 40mm 的扁桃状成形体，在粉体填充率为 0.58 的状态，水分含量达 23% 也未引起爆裂。即，板状成形体易爆裂，圆筒状、粒状成形体具有不易爆裂的特征。因此，本发明将成形体的形状特定为圆筒状或粒状。

用孔型造球机和压块成形机制造的成形体不易爆裂的原因也搞清楚了。孔型造球机制造的成形体，园周侧的表面虽然致密，但是，园筒的截断面比较松。结果，搞清了水分含量多时水蒸汽的通过阻力也小，故不易引起爆裂。根据条件，用孔型造球机制造的成形体，也有

水分含量为 26 质量 % 时在 1170℃ 的炉内不爆裂的，耐爆裂性最好。关于压块成形机，搞清楚了由于是在厚度方向上进行压缩、是单向的，故压块成形体横侧的密度不增大，水蒸汽容易从这里排出。另外，还搞清上爆裂也受成形体尺寸的影响。圆筒形或粒状成形体中，根据条件不同，30mm 以上的成形体即使水分含量为 26 质量 % 以下，在 1170℃ 的炉内也有引起爆裂的。因此，成形体的厚度或直径最好在 30mm 以下。

在回转炉底式还原炉上，缺中央部分的园盘状的炉底进行回转。该炉底经过烧成、还原带，在成形体排出带排出还原完毕的成形体。然后，炉底到达成形体供给部。这时的炉底温度可为 1150℃ ~ 1300℃，故在通常操作中成形体供给部的温度为 1000℃ ~ 1250℃，即，根据操作条件，成形体供给部的温度也有在 1170℃ 以上。这种场合，对成形体供给部进行冷却，最好使温度降到 1170℃ 以下，冷却方法可将成形体供给部周围的炉顶做成水冷壁、或者做成高温燃烧气体不进入成形体供给部的结构。

重要的成形体的性能状态是落下强度高。成形体从成形机运送至炉底的过程中，在输送机的倒运和装入炉内的过程中，0.5 ~ 2m 左右的落下距离内落下数次。因此，要求成形体的落下强度（用形状被破坏为止的合计落下距离来表示）高，回转炉底式还原炉要求 4 ~ 5m 以上的强度值。一般来说，粉体填充密度低的成形体的落下强度低，故与上述的不引起爆裂的条件相矛盾。因此，本发明者进行了提高粉体填充密度低的成形体的落下强度的研究，结果，搞清楚了水分含量超过某一比率时，落下时即使成形体受到冲击，也只产生变形而不破坏。

本发明者研究水分对落下强度的影响的结果表明，若水分 16 质量 % 以上、粉体填充率为 0.43 以上的成形体，其落下强度为 4.2m 以上。但是，粉体填充率为 0.43 以下时，落下强度与含水率无关，并降低到 2 ~ 4m 左右。因此，从确保落下强度的观点出发，最好水分 16 质量 % 以上，粉体填充率为 0.43 以上。

即使在水分和粉体填充密度相同条件下，用上述的砖状成形体只做了 1 次 0.5m 的落下试验便破坏了。即，搞清楚了用特开平 11-12624 号公报所述的方法制造的砖状成形体中，受形状的影响使得落下强度太低，不能用通常的运送方法将成形体直接供给炉内。然而，用本发

明方法制造的成形体，即使用通常的运送方法，也可按原来的形状直接供给炉内。

根据以上试验结果，本发明者搞清楚了成形体的条件是水分含量在 15~30 质量%，最好在 16~26 质量% 的范围，粉体填充率最好在 0.43~0.58 的范围；上述孔型造球机和压块成形机是最有效的装置。虽然用其他装置也可制造出适合本发明目的的成形体，但孔型造球机和压块成形机制造的成形体性能好、制造成本也低，因此是最有效的装置。

用以上方法成形的成形体在湿状态下经成形体输送机 7，用作为成形体供给装置的摆头式输送机 8 供给回转炉底式还原炉 9。回转炉底式还原炉 9 的成形体供给部的温度为 1170℃ 以下。

在回转炉底式还原炉 9 上，湿状态的成形体被送到氛围温度为 1170℃ 以下的部分。在气氛温度为 1170℃ 的情况下，成形体内部的温度上升率太高，水蒸汽的压力升高，即使按本发明范围的条件制造的成形体，引起爆裂的可能性也很大，因此，该部分的温度必须设在 1170℃ 以下。

在回转炉底式还原炉 9 上，成形体在 1100~1350℃ 左右的温度下烧成，用成形体内部的碳来还原氧化金属。由于本发明的原料混合方法是在含水多的状态下进行搅拌混合，故成形体的氧化金属与碳混合得比较均匀，具有高效率地进行反应的效果。

另外，本发明者还搞清楚了在氧化铁还原时，控制碳的比率是很重要的。氧化铁还原时，若碳量不足，则还原不完全，金属化率低；碳大大过剩时，剩余的碳与铁反应而生成渗碳体 (Fe_3C)，被还原的成形体在 1200℃ 左右就会在炉内开始熔化。由于一般的回转炉底式还原炉没有设计炉底和排出装置来处理熔化的铁，故存在着产生熔化的铁会损坏炉底的问题。

若成形体所含的固定碳量为固定碳的克分子数（下称计算碳克分子量）的 1.5 倍以下的范围，就不会产生上述还原不足和铁熔化的问题，该成形体所含的固定碳是假定与氧化铁化合的氧反应生成一氧化碳而计算出来的。本发明者还搞清楚了，条件虽有变化，但与氧化铁反应的碳，在反应成一氧化碳和反应成二氧化碳两者中，有 10~70% 反应成二氧化碳。其结果，若固定碳量为计算碳克分子量的 0.5 倍以

上，则可得到金属化率为 70% 以上的还原生成物。

固定碳量与计算碳量之比为 0.5 时，铁的金属化率为 80% 左右。不管怎样均可作为直接还原铁使用。固定碳量与计算碳量之比为 1.5 时，金属化率非常高，为 97%。这时，残留碳量约为还原物的金属铁量的 2.5%。其结果，即使全部残留碳向铁中渗碳，熔点也在 1300℃ 以上，最高只有 1300℃ 左右的回转炉底式还原炉内的温度不会产生还原物熔化的问题。

已还原的成形体从回转炉底式还原炉 9 排出，用产品冷却装置 13 冷却至常温。但是，在电炉等使用的情况下，也可在 900℃ 左右的高温下直接供给冶炼工序。从回转炉底式还原炉 9 排出的燃烧废气经气体冷却装置 10 和除尘器 11，从烟囱 12 排放到大气中。

回转炉底式还原炉使用的原料成形体含水量 15-30 质量%，最好在 16-26 质量% 范围，而且粉体填充率在 0.43-0.58 的范围，厚度或直径在 30 mm 以下，将这种含氧化金属的粉体和含碳的粉体的混合物压缩成形而制造的圆筒形或粒状成形体，只要能满足这些条件，不一定要按上述顺序的方法进行制造，也可实现符合上述目的的还原操作。

本发明方法用于处理金属冶炼或加工过程中产生的尘泥和粉尘尤其有效。例如，炼铁厂的高炉瓦斯灰经汾丘里洗气塔除尘后，再用浓缩机浓缩成粉浆。另外，还有中和轧钢工序的酸洗废酸的中和泥尘。这种粉尘和泥尘虽可用脱水机进行处理，但难以再利用，而且还要增加费用。例如，可从浓缩机直接将这些粉尘和泥尘送到混合槽 1 内，省略中间处理，用简单的方法制成还原处理用的原料成形体。因此，用金属冶炼或加工工序产生的粉尘和泥尘，本发明是最理想的的方法之一。

这里，关于操作方法的比较，现有方法的设备操作示于图 2。现有方法的设备操作中，是在本发明的设备操作的脱水工序之后，原料用泥尘粉体输送机 15 进行输送，用粉体干燥机 16 将水分干燥至 5-10 质量% 的范围。然后，用洒水装置 18 边向粉体洒水、边用造粒装置 17 制造球团。再用球团输送机 19 运送到球团干燥装置 20，在这里将球团干燥至含水为 2 质量% 左右。其后，用回转炉底式还原炉对球团进行烧成、还原。因此，与本发明方法相比，现有方法的操作要经

过多道工序，很复杂。而且，要连续地反复进行脱水、干燥、加水、脱水和水分调整，因此，是耗能多的方法，以上比较地显示了本发明设备的有效性。

从回转炉底式还原炉所使用的原料的观点出发，用湿态原料生产时，本发明是可以最简单地制造还原用成形体的技术。用压缩成形机制造的成形体的条件是，制成圆筒状或粒状，厚度或直径为30 mm以下，水分含量为15-30质量%，最好为16-26质量%范围，且粉体填充率为0.43-0.58的范围为好。对用上述方法成形的成形体进行还原，原料成形体的落下强度高、而且不爆裂，故可获得能用回转炉底式还原炉经济地进行还原的原料成形体。

附图的简单说明

图1是表示根据本发明的还原含水粉体原料用的回转炉底式还原炉的设备结构的一例的图。

图2是表示根据现有方法的回转炉底式还原炉设备结构的一例的图。

图3是表示粉浆落到环形带状过滤器上，用压缩双滚挤压的形式的脱水装置的图。

图4是表示从孔型挤出粉体的挤出式压缩成形机的图。左侧为构成图，右侧为压缩滚的图。

图5是表示用凹状模将粉体压缩成形的压块压缩成形机的图。

图6是表示成形体的粉体填充率对1170℃温度下的爆裂临界水分的影响的图。

1: 混合槽。2: 搅拌装置。3: 粉浆泵。4: 脱水装置。5: 泥尘输送机。
 6: 压缩成形机。7: 成形体、输送机。8: 摆头式输送机。9: 回转炉底式还原炉。10: 气体冷却装置。11: 集尘机。12: 烟筒。13: 产品冷却装置。14: 脱水装置。15: 泥尘粉体输送机。16: 粉体干燥机。17: 造粒机。18: 散水装置。19: 球团输送机。20: 球团干燥装置。21: 干燥球团输送机。22: 粉浆入口。23: 过滤器。24: 真空吸引装置。25: 压缩双滚。26: 粉浆。27: 脱水物。28: 原料供给口。29: 驱动装置。30: 驱动动力传递机构。31: 驱动轴。32: 滚子。33: 底板。34: 孔型。35: 成形体。36: 原料供给部。37: 压缩辊。38: 凹状坑。39: 压块。

实施本发明的最佳形式

根据本发明进行操作的实施例示于表 1。使用的设备如图 1 所示的构造，还原能力以湿态成形体的量为基准、每小时 10 吨。脱水机用双滚式的，成形机用孔型造球机。

实施例 1、2

原料如有 1 所示，用以下 2 种混合物：微粉状粉矿即球团精矿粉和 1 mm 以下的焦粉的混合物；钢铁联合企业的高炉瓦斯灰、热轧氧化铁皮坑的沉淀泥尘和 1 mm 以下的焦粉的混合物。

表 1

	单位	实施例 1	实施例 2
原料（铁源）		球团精矿料	高炉瓦斯灰 氧化铁皮坑 沉淀泥尘
FeO	%	1.2	10.5
Fe ₂ O ₃	%	80.3	58.3
C	%	12.5	10.2
ZnO	%	0.01	0.95
Na	%	0.12	0.25
K	%	0.03	0.33
原料成形体			
粉浆水分	%	130	185
成形体水分	%	17.1	19.8
粉体填充率		0.57	0.55
成形体落下强度	m	4.7	6.9
还原炉条件			
原料供给部温度	℃	981	983
还原温度	℃	1210	1210
还原时间	min	15	15
产品			
金属化率	%	95.2	92.8
脱 Zn 率	%	89.2	97.3
脱碱率	%	97.8	99.1
产品合格率	%	93.8	95.4

操作条件如表 1 所示，混合槽 1 的原料水分为粉体质量的 130 - 185%，成形前的原料水分为粉体质量的 17 - 20%。粉体填充率在本发明范围内。成形体的尺寸：直径 15 mm，长度 25 mm。成形体投入部的炉内温度约 980°C，还原部的炉内温度为 1210°C，还原时间约 15 分钟。

实施例 1 是使用球团精矿粉的操作例，由于碳的混合比率合适，故生产率高。该操作的金属化率高达 97%，几乎没有因落下而引起的粉化和爆裂现象。故成品合格率也高达 94%。实施例 2 是使用高炉瓦斯灰和热轧氧化铁皮坑的沉淀泥尘的操作例，是在还原的同时进行脱锌、脱碱的操作。该操作的金属化率为 91%，脱锌率 97.5%，脱碱率 99%，可有效地去除有害物。该实施例中，也几乎没有因落下而引起的粉化和爆裂现象，故产品的合格率也高达 95%。

对本发明的还原操作与使用图 2 所示的设备的现有方法的经济性进行了比较。在本发明的操作中，原料预处理只有混合工序、脱水工序及成形工序，故原料预处理费用仅为比较例的 30% 左右。整个工艺过程的费用约可减少 15%。建设费用，因原料预处理简单，故实施例也可比比较例减少 10%。

如上所述，用使用湿态粉体的本发明的回转炉底式还原炉设备，不存在原料成形体的爆裂等操作上的问题，可用便宜的建设费用、和便宜的操作费用进行操作，该操作费用系指能源消耗量等费用。另外，回转炉底式还原炉的维修费用也少，可经济地还原金属氧化物。尤其是可省去粉体的干燥工序及其附属设备，故降低设备费用的效果明显。

实施例 3、4

原料如表 2 所示，有 2 种：微粉状的粉矿石、即球团精矿粉和 1 mm 以下的焦粉的混合物；钢铁联合企业的高炉瓦斯灰、热轧氧化铁皮坑的沉淀泥尘和 1 mm 以下的焦粉的混合物。

表 2

		单位	实施例 3	实施例 4
原料(铁源)			球团精矿料	高炉瓦斯灰 氧化铁皮坑 沉淀泥尘
	FeO	%	1.2	10.5
	Fe ₂ O ₃	%	80.3	58.3
	C	%	12.5	10.2
	ZnO	%	0.01	0.95
	Na	%	0.12	0.25
	K	%	0.03	0.33
原料成形体				
	粉浆水分	%	130	185
	成形体水分	%	17.1	19.8
	粉体填充率		0.57	0.55
	成形体落下强度	mm	4.7	6.9
还原炉条件				
	原料供给部温度	℃	981	983
	还原温度	℃	1210	1210
	还原时间	min	15	15
产品				
	金属化率	%	95.2	92.8
	脱 Zn 率	%	89.2	97.3
	脱碱率	%	97.8	99.1
	产品合格率	%	93.8	95.4

操作条件如表 2 所示，混合槽 1 的原料水分为粉体质量的 120 - 200%，成形前的原料水分为粉体质量的 17 - 20%，粉体填充率在本发明范围内。成形体的尺寸：直径 15 mm，长度 25mm。成形体投入部的炉内温度约 980℃，还原部的炉内温度为 1210℃，还原时间约 15 分钟。

实施例 3 是使用球团精矿粉的操作例，碳的混合比率合适，故生

产率高。在该操作中，金属化率高达 97%，因落下引起的粉化和爆裂现象几乎没有，故成品的合格率高达 94%。实施例 4 是使用高炉瓦斯灰和热轧氧化铁皮坑的沉淀泥尘的操作例，在还原的同时还进行脱锌、脱碱。在该操作中，金属化率为 91%，脱锌率为 97.5%，脱碱率 99%，可有效地去除有害物。在该实施例中，几乎不产生因落下造成的粉化和爆裂，因此，块制品收得率高达 95%。

对本发明的还原操作与使用图 2 所示的设备的现有方法的经济性进行了比较。在本发明的操作中，原料预处理只有混合工序、脱水工序及成形工序，故原料预处理费用仅为比较例的 30% 左右。整个工艺过程的费用约可减少 15%。

如上所述，使用湿态粉体的本发明的操作，不存在原料成形体的爆裂等操作上的问题，建设费用便宜，能源消耗量等操作费用也便宜。其结果，可用回转炉底式还原炉经济地对矿石及含有氧化金属的粉尘和泥尘的粉体进行还原。

15 工业上利用的可能性

根据本发明，还原用回转炉底法可利用湿态粉体原料经济地进行氧化金属的还原，生产金属。另外，本发明在经济地处理含有金属制造业产生的氧化金属的粉尘和泥尘方面是有效的，回转炉底式还原炉的氧化金属还原设备可用较少的工序经济地对含水分较多的氧化金属粉体进行还原、和对金属的冶炼及加工工序产生的含氧化金属的粉尘、泥尘进行处理。尤其是用于处理含水分多的粉尘和泥尘，本发明的操作是非常有效的手段。

01-09-29

说 明 书 附 图

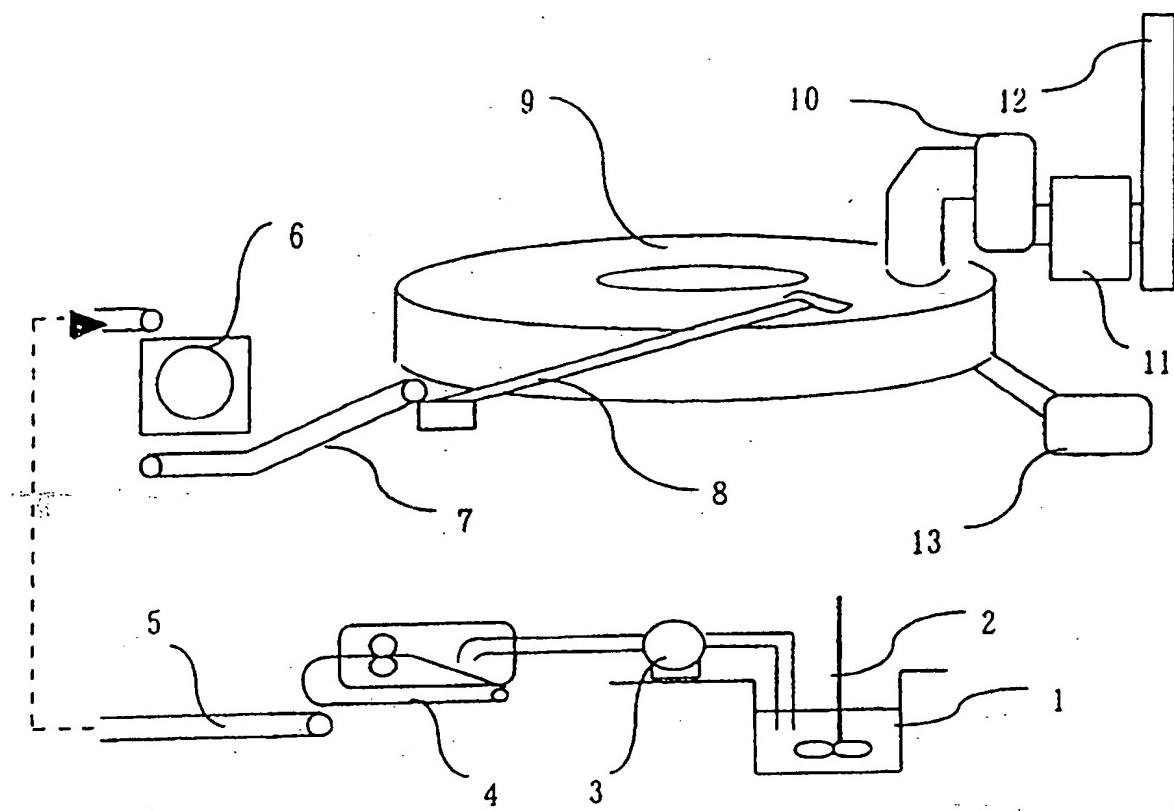


图 1

01-09-29

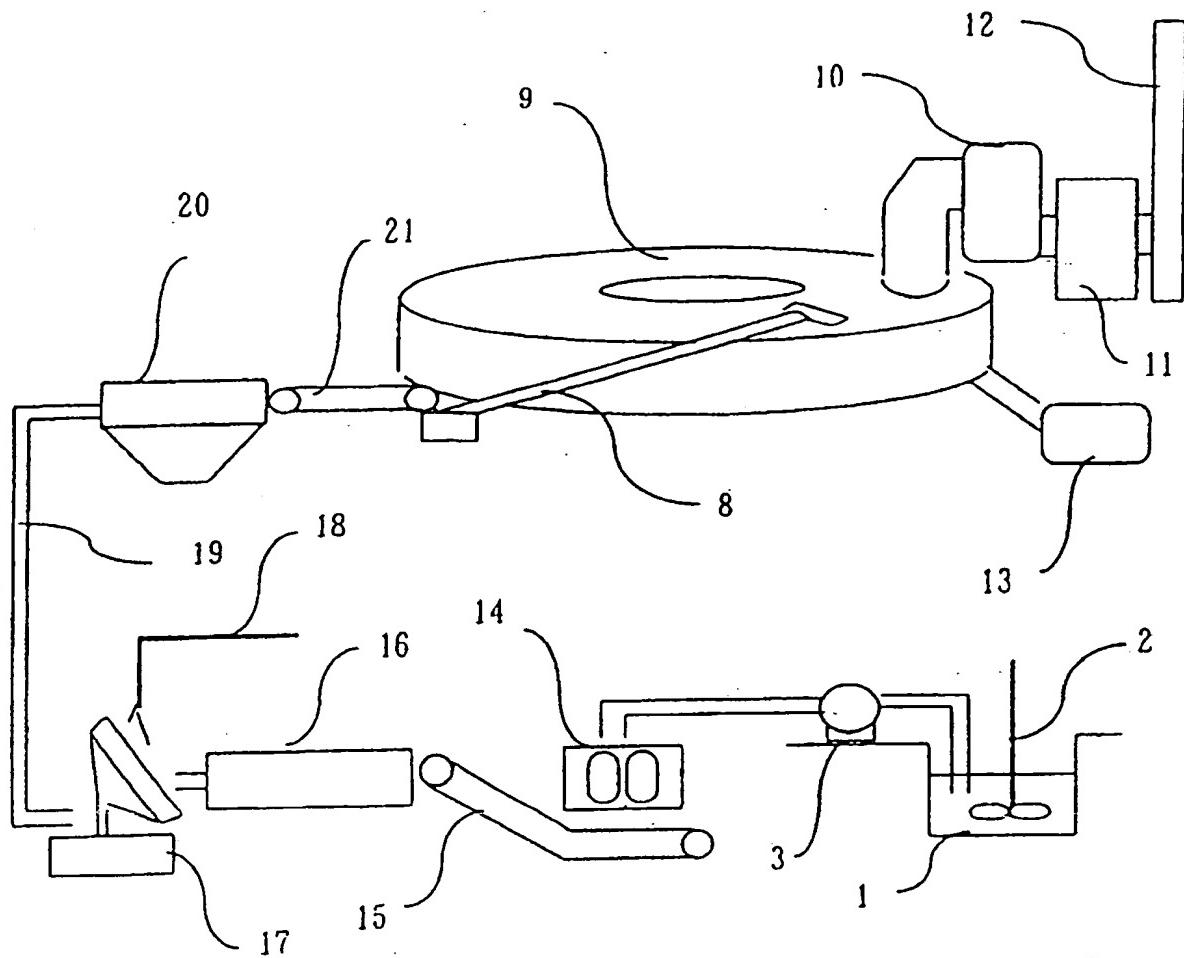


图 2

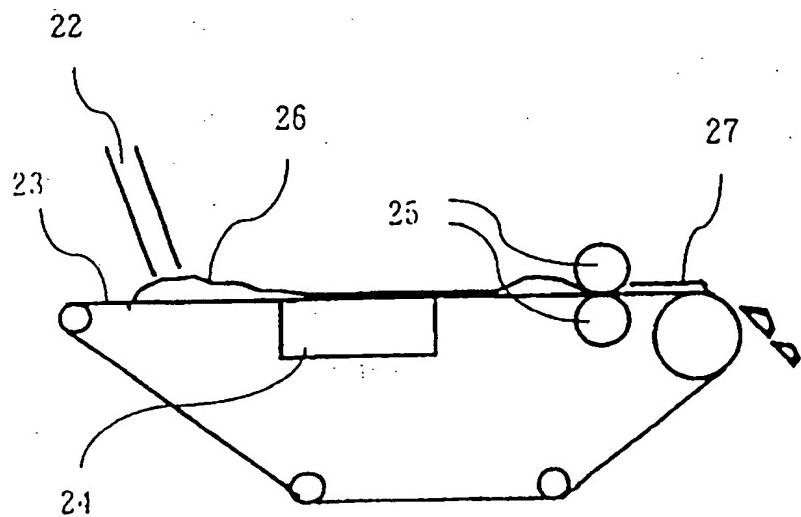


图 3

01.09.29

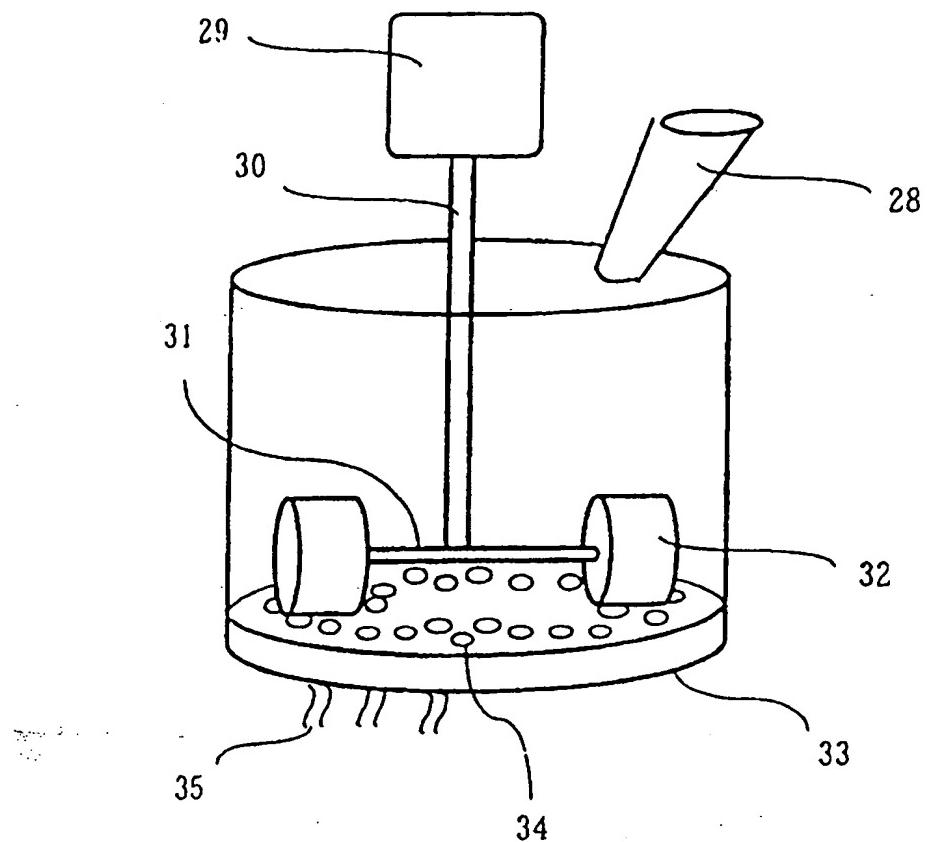


图 4

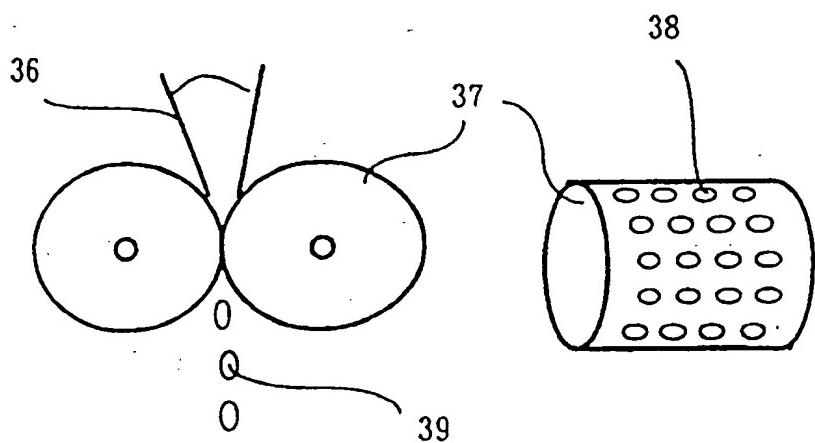


图 5

01.09.29

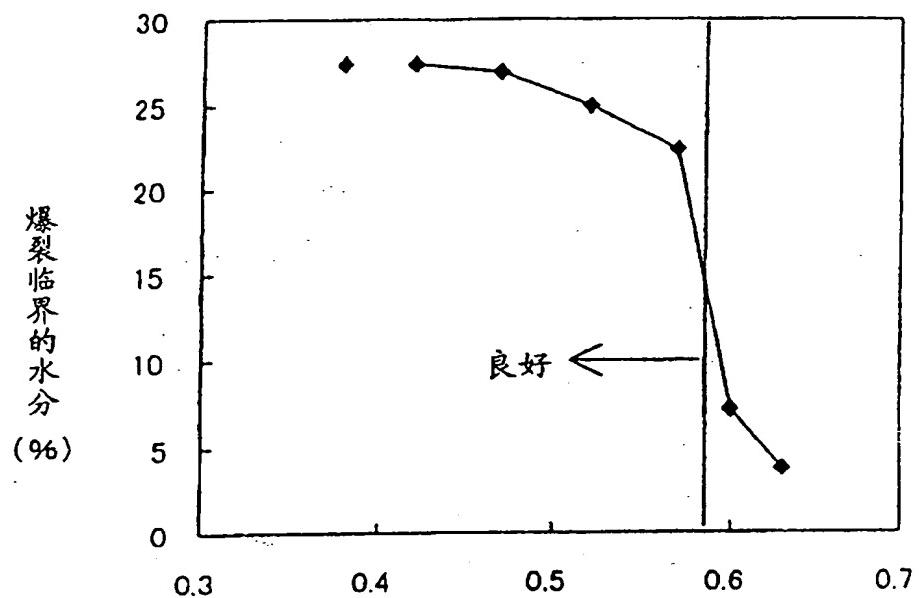


图 6